

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication : **2 797 036**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
⑫ N° d'enregistrement national : **00 09717**

⑤ Int Cl<sup>7</sup> : F 25 B 1/00, F 25 B 49/02

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 25.07.00.

⑬ Priorité : 29.07.99 DE 19935731.

⑭ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 02.02.01 Bulletin 01/05.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.

⑯ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑰ Demandeur(s) : DAIMLERCHRYSLER AG Aktiengesellschaft — DE.

⑱ Inventeur(s) : FINKENBERGER THOMAS, KAUF  
FLORIAN et WERTENBACH JURGEN.

⑲ Titulaire(s) :

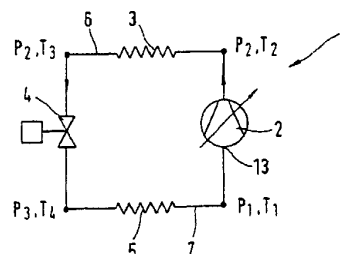
⑳ Mandataire(s) : REGIMBEAU.

① PROCÉDE DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION FRIGORIFIQUE POUR VEHICULE  
FONCTIONNANT EN MODES SOUS-CRITIQUE ET TRANSCRITIQUE.

② L'invention concerne un procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en mode sous-critique ou transcritique, installation pour laquelle sur le côté haute pression d'un circuit à compression de vapeur, comprenant un compresseur (2), un réfrigérant à gaz (3), une soupape d'expansion (4) et un évaporateur (5), mis en circuit en série et constituant un circuit intégral fermé, une pression, surcritique du point de vue de la pression critique d'un fluide frigorigène en circulation dans le circuit, étant générée et, simultanément, une pression sous-critique étant atteinte du côté basse pression du circuit, pour fournir de la puissance frigorifique, de l'énergie thermique étant amenée, par l'intermédiaire de l'évaporateur, au fluide frigorigène refroidi, du côté basse pression, le débit masse en fluide frigorigène étant régulé au moyen du compresseur (2) et la haute pression souhaitée étant réglée au moyen d'une soupape d'expansion (4).

Selon l'invention, il est prévu, que pendant le processus de démarrage de l'installation frigorifique pour véhicule, le débit masse en fluide frigorigène soit réglé directement, à une valeur conforme aux besoins, et que la pression du fluide frigorigène soit réglée selon au moins une grandeur caractéristique prédéterminée, et des limites de pression de

sécurité P1 à P4, en cas de dépassement desquelles l'installation frigorifique est réglée, étant prédéterminées.



FR 2 797 036 - A1



Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique  
pour véhicule fonctionnant en modes sous-critique et  
transcritique

L'invention concerne un procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes sous-critique et transcritique, installation pour laquelle sur le côté haute pression d'un circuit à  
5 compression de vapeur, comprenant un compresseur, un réfrigérant à gaz, une soupape d'expansion et un évaporateur, mis en circuit en série et constituant un circuit intégral fermé, une pression, surcritique du point de vue de la pression critique d'un fluide frigorigène en  
10 circulation dans le circuit, étant générée et, simultanément, une pression sous-critique étant atteinte du côté basse pression du circuit, pour fournir de la puissance frigorifique, de l'énergie thermique étant amenée, par l'intermédiaire de l'évaporateur, au fluide frigorigène  
15 refroidi, du côté basse pression, le débit masse en fluide frigorigène étant régulé au moyen du compresseur et la haute pression souhaitée étant réglée au moyen d'une soupape d'expansion.

Dans le DE 4432272 C2, est décrit un procédé de  
20 fonctionnement d'une installation de production de froid destinée à la climatisation de véhicules. Le circuit de compression de vapeur présente au moins chaque fois un compresseur, un réfrigérant à gaz, un moyen d'étranglement et un évaporateur. La puissance frigorifique est régulée au  
25 moyen d'un compresseur qui régule le débit masse en fluide frigorigène. Lorsqu'il y a évacuation surcritique de chaleur sur le réfrigérant à gaz, l'indice de puissance frigorifique dépend de la haute pression. La haute pression souhaitée est réglée au moyen d'une soupape d'expansion.

30 Dans le EP 0 424 474 B1 est décrit un procédé de fonctionnement en modes transcritique et surcritique d'un circuit de compression de vapeur. Le circuit de climatisation présente un compresseur, un réfrigérant, des moyens d'étranglement et un évaporateur. Lorsqu'il y a  
35 évacuation de chaleur surcritique au réfrigérant, l'indice de puissance frigorifique dépend de la haute pression. La

haute pression est régulée par le biais de la variation du débit en fluide frigorigène sur le côté haute pression du circuit.

Dans ce type de fonctionnement d'une installation  
5 frigorifique pour véhicule, il est désavantageux que, lors  
du démarrage de l'installation frigorifique pour véhicule,  
le débit masse en fluide frigorigène et la haute pression  
n'augmentent pas aussitôt pour atteindre la valeur  
souhaitée. Ceci est à imputer, par exemple, au fait que des  
10 chutes de pression supplémentaires sont générées dans le  
système et que la distribution des masses de fluide  
frigorigène dans le système global ne correspond pas à la  
distribution souhaitée. En particulier, il est  
désavantageux, au niveau de la détermination de la haute  
15 pression optimale, d'utiliser la température du fluide  
frigorigène à la sortie du réfrigérant à gaz, du fait que  
celle-ci dépend même de la haute pression et est ainsi  
soumise à des fluctuations permanentes.

Le but de l'invention est d'améliorer une installation  
20 de climatisation pour véhicule, de manière à pouvoir obtenir  
un démarrage efficace de l'installation et un fonctionnement  
efficace et sûr de cette installation.

Selon l'invention, ce problème est résolu par le fait  
que,

25 pendant le processus de démarrage de l'installation  
frigorifique pour véhicule, le débit masse en fluide  
frigorigène est réglé directement, à une valeur conforme aux  
besoins, et en ce que la pression du fluide frigorigène est  
réglée selon au moins une grandeur caractéristique  
30 prédéterminée,

et des limites de pression de sécurité, en cas de  
dépassement desquelles l'installation frigorifique est  
réglée, étant prédéterminées.

Des modes de réalisation et des perfectionnements  
35 avantageux de l'objet de l'invention sont caractérisés par  
le fait que :

- lors du processus de démarrage, pour des températures  
extérieures et/ou pour des pressions en fluide  
frigorigène élevées, le débit masse en fluide

- frigorigène est limité à une valeur prédéterminée, au moyen du compresseur,
- lors du processus de démarrage, pour des températures extérieures élevées et/ou pour des pressions en fluide frigorigène élevées, la soupape d'expansion est largement ouverte et le débit masse d'air au réfrigérant à gaz est rendu maximal.
  - lors du processus de démarrage, pour des températures extérieures élevées et/ou pour des pressions en fluide frigorigène élevées, la puissance d'entraînement du compresseur est limitée à une valeur prédéterminée.
  - lors du processus de démarrage, pour des températures extérieures élevées et/ou pour des pressions en fluide frigorigène élevées, la puissance d'entraînement du compresseur est déterminée à partir de grandeurs d'états appropriées du circuit frigorifique.
  - la haute pression P1 prédéterminée est réglée, après dépassement d'un premier niveau de pression P1.
  - la soupape d'expansion est largement ouverte après dépassement d'un deuxième niveau de pression P2.
  - le débit masse en fluide frigorigène est modifié par régulation au moyen du compresseur, après dépassement d'un troisième niveau de pression P3.
  - le compresseur est mis complètement hors service en cas de dépassement d'un quatrième niveau de pression P4.

Un avantage essentiel de ces modes de réalisation réside dans le fait que l'installation de climatisation pour véhicule offre une plus grande puissance frigorifique, une disposition de sécurité ayant été prise, selon laquelle la haute pression dans le système ne dépasse pas la pression système admissible.

L'invention va être explicitée plus en détail à l'aide d'un exemple de réalisation, en liaison avec une description des figures. Dans le dessin :

la figure 1 représente schématiquement, en schéma de principe, un circuit de compression de vapeur travaillant selon le procédé selon l'invention,

équipé d'un compresseur réglable et d'une soupape d'expansion réglable, et

la figure 2 représente un diagramme pression-enthalpie afférent au circuit de la figure 1, pour un processus transcritique, et

la figure 3 représente un tableau destiné à représenter le dépassement d'une valeur de sécurité de haute pression avec les différentes zones de pression présentant une importance.

10

On a représenté sur la figure 1 un circuit de compression de vapeur travaillant selon le procédé selon l'invention, avec un compresseur 2 réglable et une soupape d'expansion 4 réglable. On a représenté par 1 un circuit de compression de vapeur qui comporte, mis en circuit en série, successivement les uns derrière les autres, un compresseur 2, un réfrigérant à gaz 3, une soupape d'expansion 4 utilisée à titre de moyen d'étranglement et un évaporateur 5. Le compresseur 2 est réglable ici quant à son débit, la soupape d'expansion 4 est également réglable.

Si le compresseur 2 travaille sous charge, il comprime alors, selon la figure 2, une quantité de fluide frigorigène, la faisant passer d'une pression initiale  $P_1$  à une pression  $P_2$  plus élevée, la température de fluide frigorigène montant de  $T_1$  à  $T_2$ . Le fluide frigorigène gazeux comprimé est à présent refroidi dans le réfrigérant à gaz 3, par l'intermédiaire d'un fluide de refroidissement s'écoulant autour de celui-ci, tel que par exemple de l'air froid ou de l'eau, ce processus se faisant de façon isobare à une température  $T_3$ . Lors du passage dans la soupape d'expansion 4, le fluide frigorigène, est détendu de façon isenthalpique jusqu'à une pression  $P_3$  correspondant à la pression initiale  $P_1$ , le fluide frigorigène étant refroidi à une température plus basse,  $T_4$ , qui est située dans la plage de liquéfaction du fluide frigorigène. Si le mélange de fluide frigorigène à deux phases, gaz/liquide, ainsi constitué atteint l'évaporateur 5, la fraction liquide s'évapore ou bien la fraction gazeuse très froide s'échauffe à cet endroit, en captant de la chaleur venant de

l'extérieur. On atteint de nouveau alors la température initiale  $T_1$ . La puissance frigorifique fournie à l'évaporateur 5 est calculée à partir du produit du débit masse en fluide frigorigène et de la différence d'enthalpie que l'on a entre le côté haute pression et le côté basse pression 5,6 du circuit 1. Pour que le besoin en puissance frigorifique appliquée soit satisfait, le compresseur 2 est ici conçu de façon à pouvoir être réglé. De ce fait, le débit en fluide frigorigène passant dans le compresseur 2 et ainsi le débit masse passant dans le circuit 1 peuvent être adaptés à ce besoin. Lorsque l'on a affaire à un circuit surcritique, la fourniture de chaleur se fait sur le côté haute pression, à une pression inférieure à la pression critique. Lorsque l'on a affaire à un circuit transcritique, la fourniture de chaleur se fait du côté haute pression à des températures de fluide frigorigène proches ou supérieures à la température critique pour une pression supérieure à la pression critique. Lorsque l'on a affaire à une fourniture de chaleur surcritique dans le réfrigérant à gaz, la haute pression optimale, permettant d'obtenir le rendement maximal de l'installation entre la puissance utilisable et la puissance utilisée, dépend de la température en fluide frigorigène à la sortie du réfrigérant à gaz. Selon les rendements des composants utilisés, on peut déterminer une caractéristique qui donne la haute pression optimale en fonction de la température en fluide frigorigène à la sortie du réfrigérant à gaz ou bien de la température ambiante. La haute pression, en cas d'un écart entre la haute pression réelle et la haute pression de consigne, est régulée à l'aide d'un régulateur de type proportionnel intégral, PI, et, dans le cas d'un plus grand écart, elle est régulée en utilisant un régulateur proportionnel P, de sorte que la soupape d'expansion s'ouvre ou se ferme complètement, si bien que la différence entre la haute pression réelle et la haute pression de consigne est atteinte après un temps aussi court que possible, dans les limites de l'écart admissibles.

On a représenté sur la figure 3, en un tableau, qualitativement, les différentes plages limites de la haute

pression. Un niveau de pression  $p_1$  est prédéterminé à titre de valeur de sécurité, niveau en cas de dépassement duquel, en fonction de différents niveaux de pression, on procède à une régulation. Jusqu'à une pression  $p_1$ , l'installation

5 frigorifique se trouve en fonctionnement normal, dans lequel la haute pression est calculée à partir d'une caractéristique prédéterminée. Dans une plage de sécurité, on prédétermine comme valeur de consigne la haute pression  $p_1$  pour une haute pression  $p_1 < p < p_2$ , calculée à l'aide de

10 la caractéristique. Si l'on a une haute pression réelle  $p > p_2$ , on ouvre complètement la soupape d'expansion. pour une haute pression  $p > p_3$ , le débit masse en fluide frigorigène au compresseur est réduit. Pour une haute pression  $p > p_4$ , on arrête le compresseur. Si le niveau de

15 pression  $p_3 > p_2$  est dépassé, le débit masse en fluide frigorigène en circulation est soumis à une reprise de réglage à l'aide du compresseur. Si une haute pression  $p_4 > p_3$  est dépassée, le compresseur est stoppé et plus aucun fluide frigorigène ne circule. Le niveau de pression

20  $p_4$  doit être choisi suffisamment au-dessous de la pression système maximale admissible  $p_5$ .

REVENDECATIONS

1. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en mode sous-critique ou transcritique, installation pour laquelle sur le côté haute pression d'un circuit à compression de  
5 vapeur, comprenant un compresseur (2), un réfrigérant à gaz (3), une soupape d'expansion (4) et un évaporateur (5), mis en circuit en série et constituant un circuit intégral fermé, une pression, surcritique du point de vue de la pression critique d'un fluide frigorigène en circulation  
10 dans le circuit, étant générée et, simultanément, une pression sous-critique étant atteinte du côté basse pression du circuit, pour fournir de la puissance frigorifique, de l'énergie thermique étant amenée, par l'intermédiaire de l'évaporateur, au fluide frigorigène refroidi, du côté basse  
15 pression, le débit masse en fluide frigorigène étant réglé au moyen du compresseur (2) et la haute pression souhaitée étant réglée au moyen d'une soupape d'expansion (4),

caractérisé en ce que,

pendant le processus de démarrage de l'installation  
20 frigorifique pour véhicule, le débit masse en fluide frigorigène est réglé directement, à une valeur conforme aux besoins, et en ce que la pression du fluide frigorigène est réglée selon au moins une grandeur caractéristique prédéterminée,

25 et des limites de pression de sécurité P1 à P4, en cas de dépassement desquelles l'installation frigorifique est réglée, étant prédéterminées.

2. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes  
30 sous-critique et transcritique, caractérisé en ce que, lors du processus de démarrage, pour des températures extérieures et/ou pour des pressions en fluide frigorigène élevées, le débit masse en fluide frigorigène est limité à une valeur prédéterminée, au moyen du compresseur.

35 3. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes



sous-critique et transcritique selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lors du processus de démarrage, pour des températures extérieures élevées et/ou pour des pressions en fluide frigorigène élevées, la soupape d'expansion (4) est largement ouverte et le débit masse d'air au réfrigérant à gaz (3) est rendu maximal.

4. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes sous-critique et transcritique selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lors du processus de démarrage, pour des températures extérieures élevées et/ou pour des pressions en fluide frigorigène élevées, la puissance d'entraînement du compresseur est limitée à une valeur prédéterminée.

5. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes sous-critique et transcritique selon la revendication 1, caractérisé en ce que lors du processus de démarrage, pour des températures extérieures élevées et/ou pour des pressions en fluide frigorigène élevées, la puissance d'entraînement du compresseur est déterminée à partir de grandeurs d'états appropriées du circuit frigorifique.

6. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes sous-critique et transcritique selon les revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la haute pression P1 prédéterminée est réglée, après dépassement d'un premier niveau de pression P1.

7. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes sous-critique et transcritique selon les revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la soupape d'expansion (4) est largement ouverte après dépassement d'un deuxième niveau de pression P2.

8. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes sous-critique et transcritique selon les revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le débit masse en fluide frigorigène est modifié par régulation au moyen du

compresseur (2), après dépassement d'un troisième niveau de pression P3.

5 9. Procédé de fonctionnement d'une installation frigorifique pour véhicule, fonctionnant en modes sous-critique et transcritique selon les revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le compresseur (2) est mis complètement hors service en cas de dépassement d'un quatrième niveau de pression P4.

1/2

Fig.1

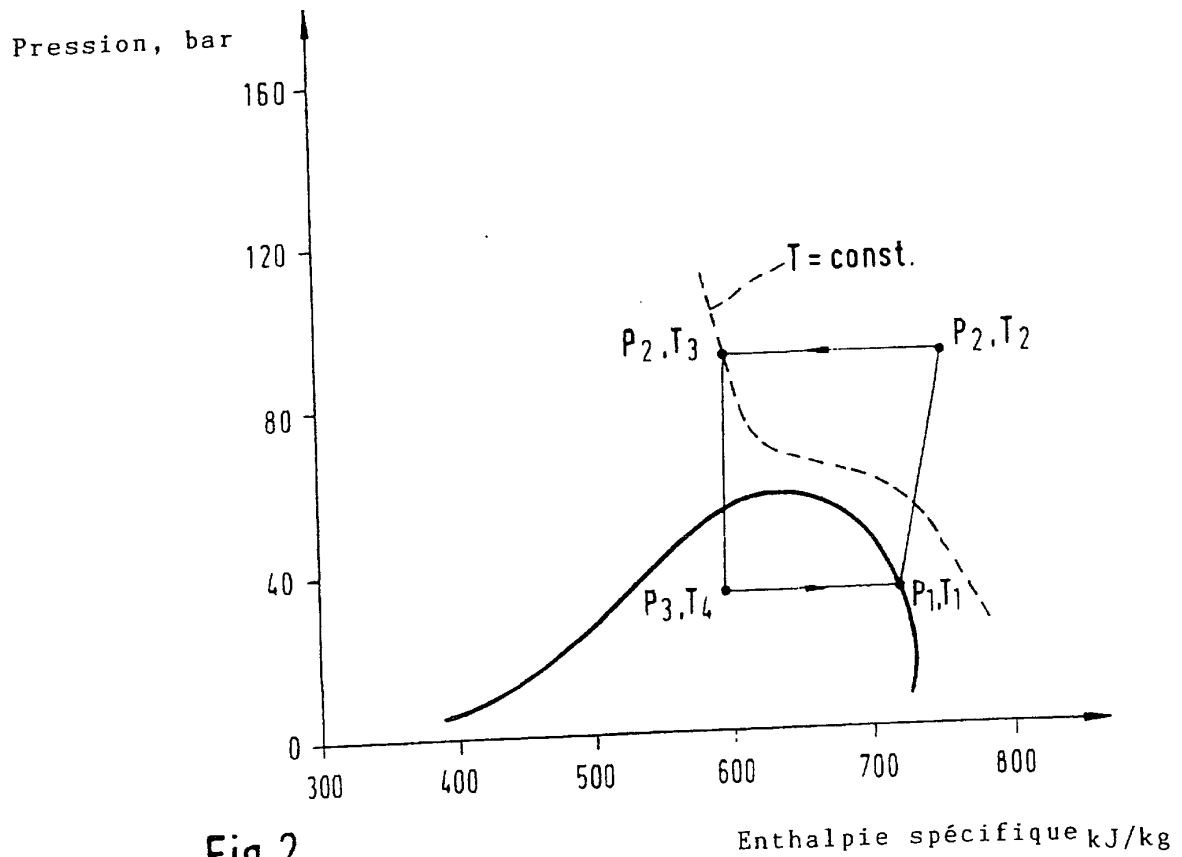
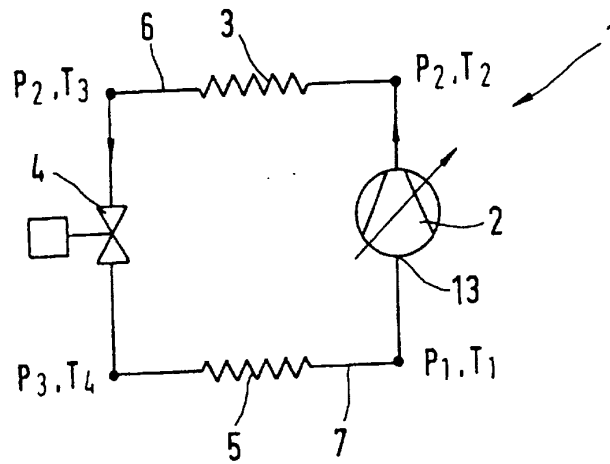


Fig.2



2/2

Fig.3

